

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-016809

(43)Date of publication of application : 19.01.2001

(51)Int.Cl.

H02K 1/27

(21)Application number : 11-181421

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 28.06.1999

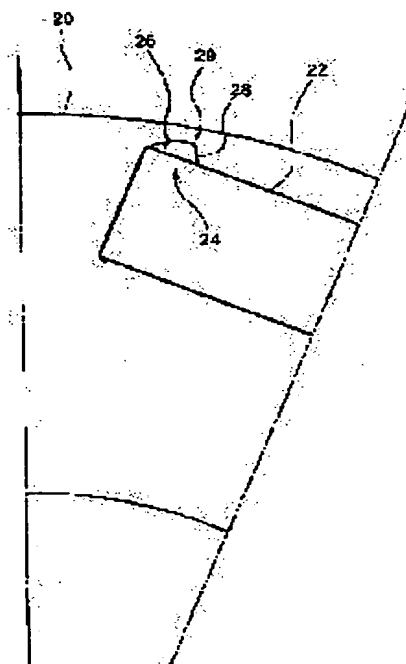
(72)Inventor : MIURA TETSUYA  
FUJI RYUJI

## (54) ROTOR OF PERMANENT MAGNET ROTATING MACHINE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce stress concentration generated at the corner parts of slots and cause the reduced stress concentration to occur at parts shifted from the shortest parts of the slots from a rotor periphery.

**SOLUTION:** In the peripheral side corner part of a slot 22, there are formed an air gap 24, whose contours form an arc 26 which includes the corner part and swells towards the peripheral side of a rotor 20 by a curvature larger than this corner part, and a straight line 28 which reaches the slot 22 continuous with the arc 26 via an arc 29 having a curvature smaller than this arc 26. Stress concentration generated at the corner part is reduced sharply, and in addition even the largest stress comes to be generated at the arrow position shifted from the shortest part of the slot from the periphery. As a result of this, reduction in the thickness between the slot 22 and the periphery of the rotor 20 can be made, and a rotor having less magnetic flux leakages becomes available.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.03.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3598887

[Date of registration]

24.09.2004

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-16809

(P2001-16809A)

(43)公開日 平成13年1月19日 (2001.1.19)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーム(参考)
H 0 2 K 1/27	5 0 1	H 0 2 K 1/27	5 0 1 C 5 H 6 2 2 5 0 1 K

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平11-181421

(22)出願日 平成11年6月28日 (1999.6.28)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 三浦 徹也

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 藤 隆地

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

Fターム(参考) 5H622 AA03 CA02 CA05 CA14 CB05

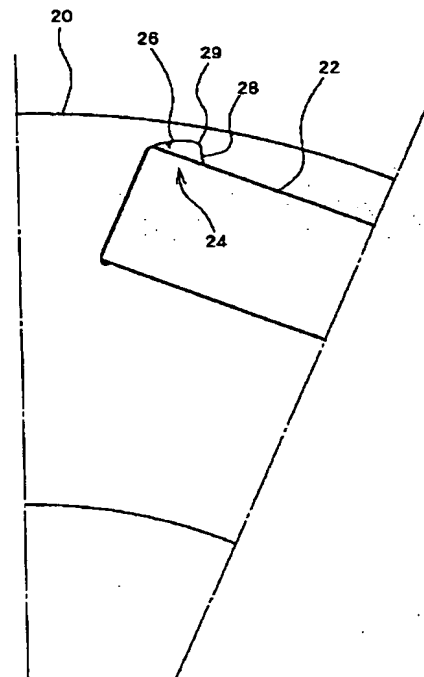
CB06 PP03 PP10 PP11 PP19

(54)【発明の名称】 永久磁石式回転機の回転子

(57)【要約】

【課題】 スロットの角部で生じる応力集中を低減すると共に低減した応力集中を外周とスロットの最短部からずれた部位に生じさせる。

【解決手段】 スロット22の外周側の角部に、角部を含みこの角部より大きな曲率で回転子20の外周側に向けて膨らむ円弧26と、この円弧26より小さな曲率の円弧29を介して円弧26に連続するようにスロット22に至る直線28とを輪郭とするエアギャップ24を形成する。角部に生じる応力集中は大幅に低減され、最も大きな応力も外周との最短の部位からずれた矢印の位置に発生するようになる。この結果、回転子20の外周とスロット22との肉厚を薄くすることができ、磁束の漏れのより少ない回転子とすることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 鉄芯に形成された複数の閉じられたスロットに各々永久磁石を挿入してなる永久磁石式回転機の回転子であって、

前記スロットの外周側角部に、該角部を含み該角部より大きな曲率で該角部を構成する前記スロットの一方の辺の外側に向けて膨らむ円弧と、該円弧より小さな曲率の第2の円弧を介して前記円弧と接続し前記一方の辺に至る略直線とからなるエアギャップが形成されてなる回転子。

【請求項2】 前記エアギャップは、前記角部から外周側の辺に形成されてなる請求項1記載の回転子。

【請求項3】 前記エアギャップは、前記角部から径側の辺に形成されてなる請求項1記載の回転子。

【請求項4】 鉄芯に形成された複数の閉じられたスロットに各々永久磁石を挿入してなる永久磁石式回転機の回転子であって、

前記スロットの外周側角部に生じる応力集中を拡散すると共に該拡散した応力集中を外周から最短の部位からずれた部位に生じさせるエアギャップが形成されてなる回転子。

【請求項5】 前記応力集中は、前記回転子が回転した際に遠心力により生じる応力集中である請求項4記載の回転子。

【請求項6】 前記スロットは、略矩形形状に形成されてなる請求項1ないし5いずれか記載の回転子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、永久磁石式回転機の回転子に関し、詳しくは、鉄芯に形成された複数の閉じられたスロットに各々永久磁石を挿入してなる永久磁石式回転機の回転子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、この種の永久磁石式回転機の回転子としては、矩形形状のスロットの角部に、この角部を含んでこの角部より曲率の大きな円弧で形成したエアギャップを備えるものが提案されている（例えば、特開平9-294344号公報など）。この公報に記載されている回転子におけるスロットの形状を図12、図13、図14に示す。この回転子120C～120Eでは、図12に示すようなスロット122Cの角部を中心とした円弧によるエアギャップ124Cや、図13や図14に示すようなスロット122D、122Eの角部の外周側の辺や径側の辺を直径とする円弧によるエアギャップ124D、124Eを形成することにより、角部に生じる応力集中を低減することができるとされている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、こうした従来例の回転子120C～120Eでは、応力集中の低減はほとんどなされず、回転子としての性能を低下さ

せる場合を生じるという問題があった。図15は、図12に示す従来例の回転子120Cのスロット122Cに形成されたエアギャップ124Cの周辺の応力を計算して図示した説明図である。図示するように、図中矢印の部位に応力集中が発生している。また、応力集中は、回転子120Cの外周との最短の部位付近で生じている。回転子の外周とスロットとの最短の部位は、破壊力学の観点から見ると、回転子の最も弱い部位に相当するから、その部位での応力に対応できる厚さにする必要があり、外周とスロットとの距離を大きくするか、回転子の回転速度を低いものにしなければならない。外周とスロットとの距離を大きくすると、磁束の漏れが大きくなって効率が低下し、回転子の回転速度を低いものにすると、その適用範囲が狭められてしまう。図13や図14に示した従来例の回転子120D、120Eに形成されたエアギャップ124D、124Eも円弧であるから、エアギャップ124D、124Eの周りの応力は、図12の回転子120Cの場合と同様に計算でき、同一の箇所に応力集中が生じる。即ち、図13および図14中の矢印の部位に応力集中が生じ、回転子120Cについて上述した同様の問題を生じる。

【0004】 本発明の永久磁石式回転機の回転子は、スロットの角部で生じる応力集中を低減することを目的の一つとする。また、本発明の永久磁石式回転機の回転子は、応力集中を外周とスロットの最短部からずれた部位に生じさせることを目的の一つとする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】 本発明の永久磁石式回転機の回転子は、上述の目的の少なくとも一部を達成するために以下の手段を採った。

【0006】 本発明の第1の永久磁石式回転機の回転子は、鉄芯に形成された複数の閉じられたスロットに各々永久磁石を挿入してなる永久磁石式回転機の回転子であって、前記スロットの外周側角部に、該角部を含み該角部より大きな曲率で該角部を構成する前記スロットの一方の辺の外側に向けて膨らむ円弧と、該円弧より小さな曲率の第2の円弧を介して前記円弧と接続し前記一方の辺に至る略直線とからなるエアギャップが形成されてなることを要旨とする。

【0007】 この本発明の第1の永久磁石式回転機の回転子では、スロットの外周側角部に形成されたエアギャップの角部を含みこの角部より大きな曲率でこの角部を構成するスロットの一方の辺の外側に向けて膨らむ円弧が角部に生じる応力集中を低減することができる。また、エアギャップが、円弧より小さな曲率の第2の円弧を介して円弧と接続し一方の辺に至る略直線により形成されることにより、低減した応力集中を回転子の外周とスロットとの最短部からずれた部位に生じさせることができる。この結果、効率が良く、高回転に回転させることができる回転子とすることができる。

【0008】こうした本発明の第1の永久磁石式回転機の回転子において、前記エアギャップは、前記角部から外周側の辺に形成されてなるものとすることもできるし、前記角部から径側の辺に形成されてなるものとすることもできる。

【0009】本発明の第2の永久磁石式回転機の回転子は、鉄芯に形成された複数の閉じられたスロットに各々永久磁石を挿入してなる永久磁石式回転機の回転子であって、前記スロットの外周側角部に生じる応力集中を拡散すると共に該拡散した応力集中を外周から最短の部位からずれた部位に生じさせるエアギャップが形成されてなることを要旨とする。

【0010】この本発明の第2の永久磁石式回転機の回転子では、エアギャップが、スロットの外周側角部に生じる応力集中を拡散すると共にこの拡散した応力集中を外周から最短の部位からずれた部位に生じさせる。この結果、効率が良く、高回転に回転させることができる回転子とすることができる。

【0011】本発明の第2の永久磁石式回転機の回転子において、前記応力集中は、前記回転子が回転した際に遠心力により生じる応力集中であるものとすることもできる。

【0012】こうした本発明の第1または第2の永久磁石式回転機の回転子において、前記スロットは、略矩形形状に形成されてなるものとすることもできる。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を実施例を用いて説明する。図1は本発明の第1実施例および第2実施例の永久磁石式回転機の回転子20、20Bの構成の概略を示す構成図であり、図2は第1実施例の回転子20に形成されたスロット22の一部を拡大して例示する拡大図であり、図3は第2実施例の回転子20Bに形成されたスロット22Bの一部を拡大して例示する拡大図である。第1実施例および第2実施例の回転子20、20Bは、母体としての鉄芯に形成された略矩形形状の8つのスロット22、22Bに略矩形形状の永久磁石を挿入して構成されている。

【0014】第1実施例の回転子20のスロット22の外周側の角部には、図2に示すように、角部を含みこの角部より大きな曲率で回転子20の外周側に向けて膨らむ円弧26と、この円弧26より小さな曲率の円弧29を介して円弧26に連続するようにスロット22に至る直線28とを輪郭とするエアギャップ24が形成されている。

【0015】第2実施例の回転子20Bのスロット22Bの外周側の角部には、図3に示すように、角部を含みこの角部より大きな曲率で回転子20Bの径側に向けて膨らむ円弧26Bと、この円弧26Bより小さな曲率の円弧29Bを介して円弧26Bに連続するようにスロット22Bに至る直線28Bとを輪郭とするエアギャップ

24Bが形成されている。

【0016】なお、図示しないが、第1実施例および第2実施例の回転子20、20Bに形成された各スロット22、22Bの外周側の角部には、図2および図3に例示したエアギャップ24、24Bと同様なエアギャップが形成されている。

【0017】こうして構成された第1実施例および第2実施例の回転子20、20Bのエアギャップ24、24Bの周りの応力の状態を図4および図5に示す。比較例として、図6に例示するエアギャップを備えない回転子120の角部の周りの応力の状態を図7に、第1実施例のエアギャップ24を形成する円弧26に代えて直線126Aとした図8に例示する回転子120Aのエアギャップ124Aの周りの応力の状態を図9に、第2実施例のエアギャップ24Bを形成する円弧26Bに代えて直線126Bとした図10に例示する回転子120Bのエアギャップ124Bの周りの応力の状態を図11に示す。各図には、エアギャップ周りの応力の程度がハッチングが濃くなるほど大きくなるように示した。図示するように、第1実施例および第2実施例の回転子20、20Bのエアギャップ24、24Bの周りの応力（特に第2実施例の回転子20Bの応力）は、エアギャップを備えない回転子120や図12～図14に示す従来例の回転子120C～120E、さらに図8および図10に例示する比較例の回転子120A、120Bに比して、応力集中が大幅に低減されている。この結果、第1実施例および第2実施例の回転子20、20Bでは、回転子20、20Bの外周とスロット22、22Bとの最短の部位の肉厚を薄くすることができ、磁束の漏れのより少ない回転子とすることができる。なお、図9および図11に示す比較例の回転子120A、120Bの応力の状態から解るように、応力集中を低減あるいは緩和するためには、角部を含んで角部より大きな曲率の円弧を用いる必要がある。

【0018】また、第1実施例および第2実施例の回転子20、20Bのエアギャップ24、24Bの周りの応力のうち最も大きな応力は、回転子20、20Bの外周との最短の部位からずれた位置に生じている。この結果、回転子20、20Bの外周とスロット22、22Bとの最短の部位の肉厚を更に薄くすることができ、磁束の漏れのより少ない回転子とすることができる。

【0019】以上説明した第1実施例および第2実施例の回転子20、20Bによれば、角部を含みこの角部より大きな曲率で回転子20の外周側または径側に向けて膨らむ円弧26、26Bを輪郭とするエアギャップ24、24Bを形成することにより、スロットの角部に生じる応力集中を大幅に低減することができる。この結果、回転子20、20Bの外周とスロット22、22Bとの肉厚を薄くすることができ、磁束の漏れのより少ない回転子とすることができる。しかも、エアギャップ2

4, 24Bの周りで生じる応力のうち最も大きな応力は回転子20, 20Bの外周との最短の部位からずれた位置に生じるから、回転子20, 20Bの外周とスロット22, 22Bとの肉厚を更に薄くすることができ、磁束の漏れの更に少ない回転子とすることができる。

【0020】第1実施例や第2実施例の回転子20, 20Bでは、8つのスロット22, 22Bを備えるものとしたが、スロットの数は幾つでもかまわない。また、第1実施例や第2実施例の回転子20, 20Bでは、略矩形形状のスロット22, 22Bにエアギャップ24, 24Bを形成したが、スロットの外周側の角部に応力集中が生じ得る形状であれば如何なる形状のスロットの角部にエアギャップ24, 24Bを形成するものとしてもよい。

【0021】以上、本発明の実施の形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施例および第2実施例の永久磁石式回転機の回転子20, 20Bの構成の概略を示す構成図である。

【図2】 第1実施例の回転子20に形成されたスロット22の一部を拡大して例示する拡大図である。

【図3】 第2実施例の回転子20Bに形成されたスロット22Bの一部を拡大して例示する拡大図である。

【図4】 第1実施例の回転子20のエアギャップ24の周りの応力の状態を例示する説明図である。

【図5】 第2実施例の回転子20Bのエアギャップ24Bの周りの応力の状態を例示する説明図である。

【図6】 比較例としての回転子120に形成されたスロット122の一部を拡大して示す拡大図である。

【図7】 比較例の回転子120のスロット122の角部の周りの応力の状態を例示する説明図である。

【図8】 比較例としての回転子120Aに形成されたスロット122Aの一部を拡大して示す拡大図である。

【図9】 比較例の回転子120Aのエアギャップ124Aの周りの応力の状態を例示する説明図である。

【図10】 比較例としての回転子120Bに形成されたスロット122Bの一部を拡大して示す拡大図である。

【図11】 比較例の回転子120Bのエアギャップ124Bの周りの応力の状態を例示する説明図である。

【図12】 従来例としての回転子120Cに形成されたスロット122Cの一部を拡大して示す拡大図である。

【図13】 従来例としての回転子120Dに形成されたスロット122Dの一部を拡大して示す拡大図である。

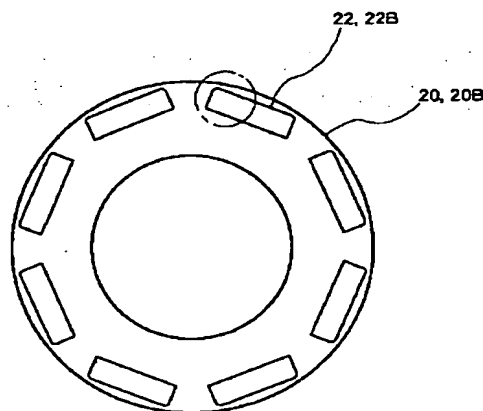
【図14】 従来例としての回転子120Eに形成されたスロット122Eの一部を拡大して示す拡大図である。

【図15】 従来例の回転子120Cのエアギャップ124Cの周りの応力の状態を例示する説明図である。

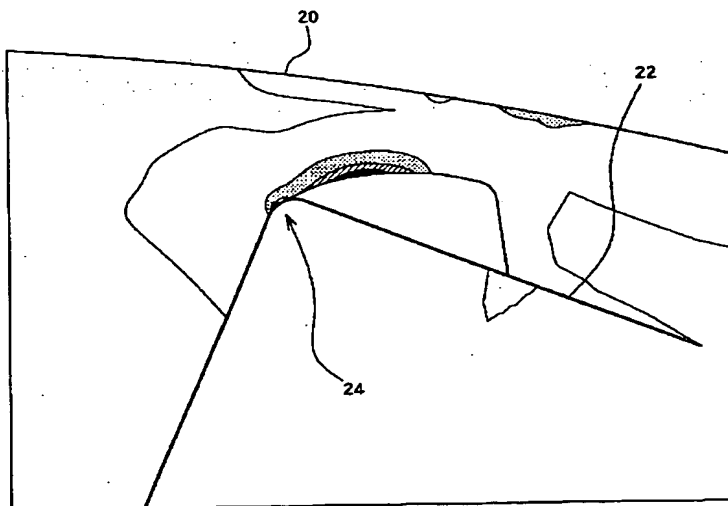
#### 【符号の説明】

20, 20B, 120, 120A~120E 回転子、22, 22B, 122, 122A~122E スロット、24, 24B, 124A~124E エアギャップ、26, 26B 円弧、28, 28B 直線、29, 29B 円弧、126A, 126B 直線。

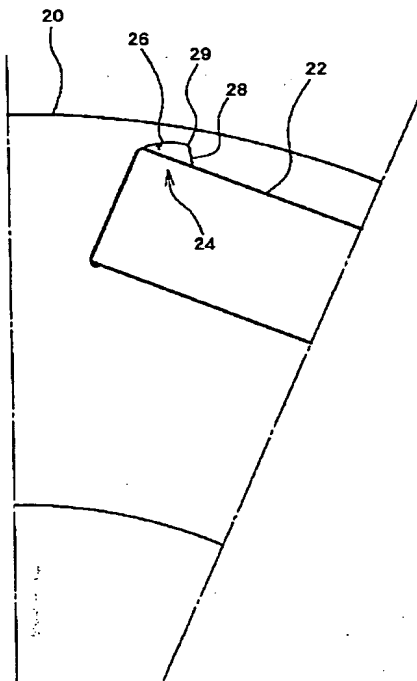
【図1】



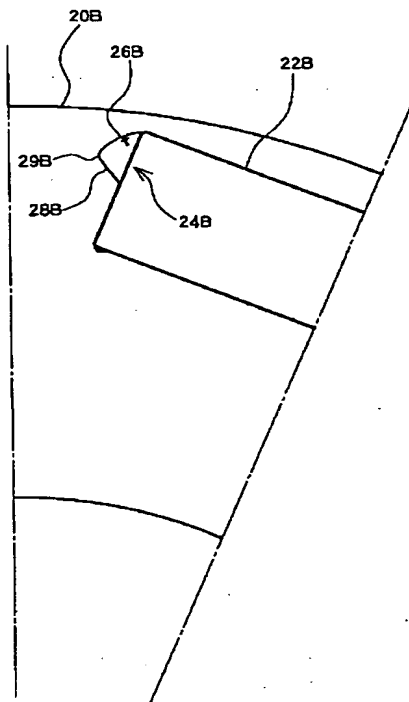
【図4】



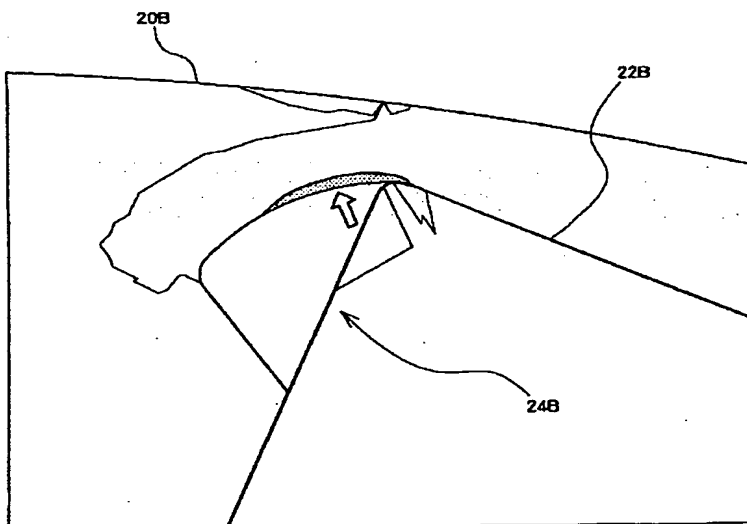
【図2】



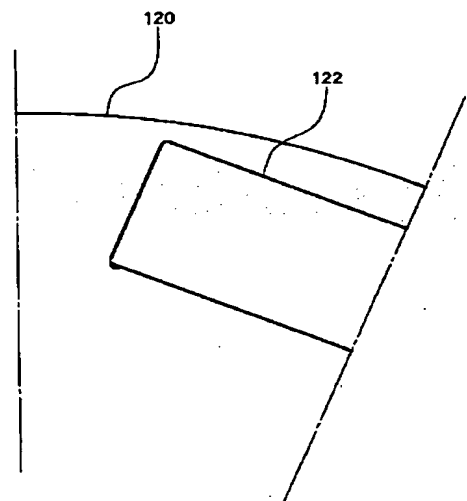
【図3】



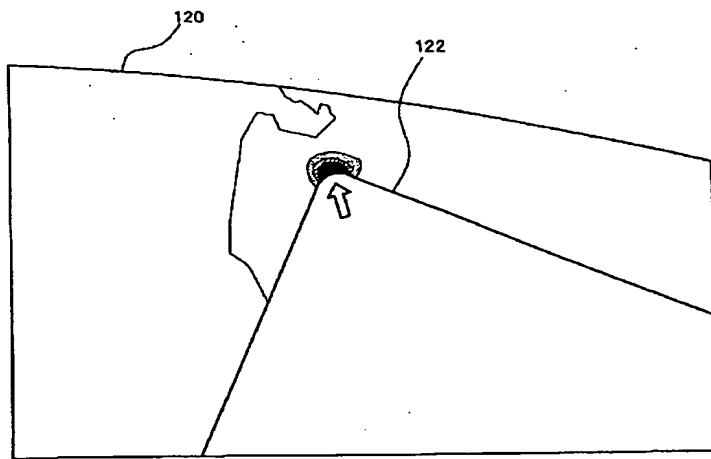
【図5】



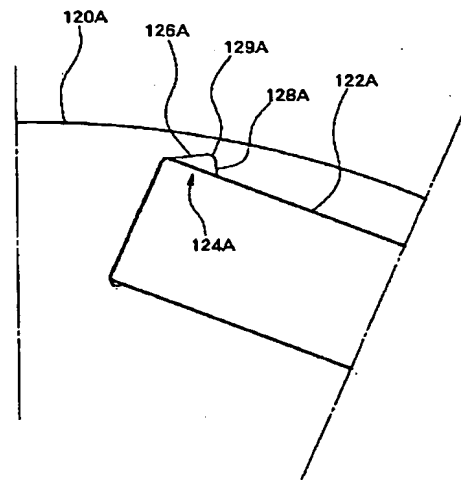
【図6】



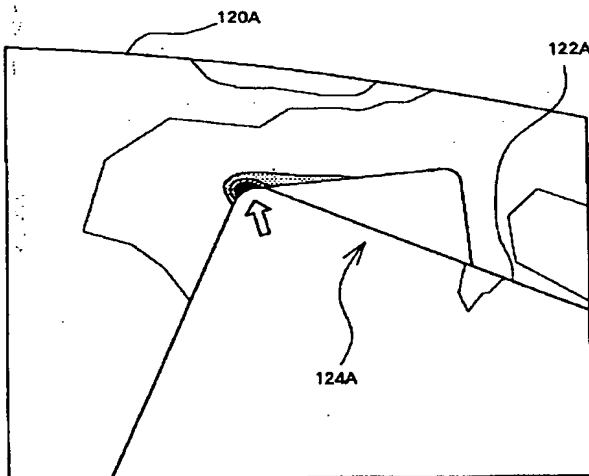
【図7】



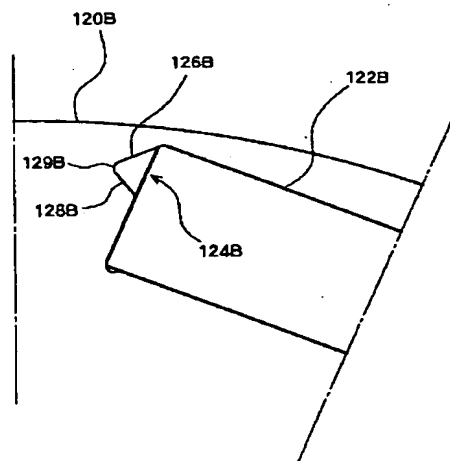
【図8】



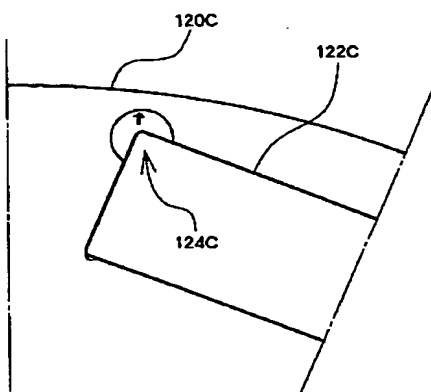
【図9】



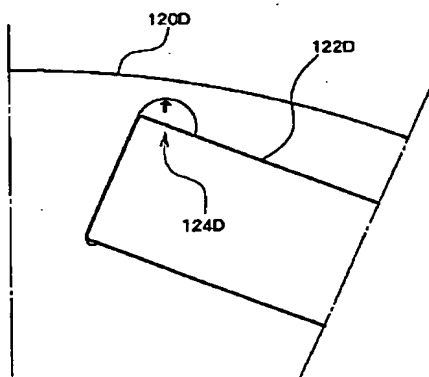
【図10】



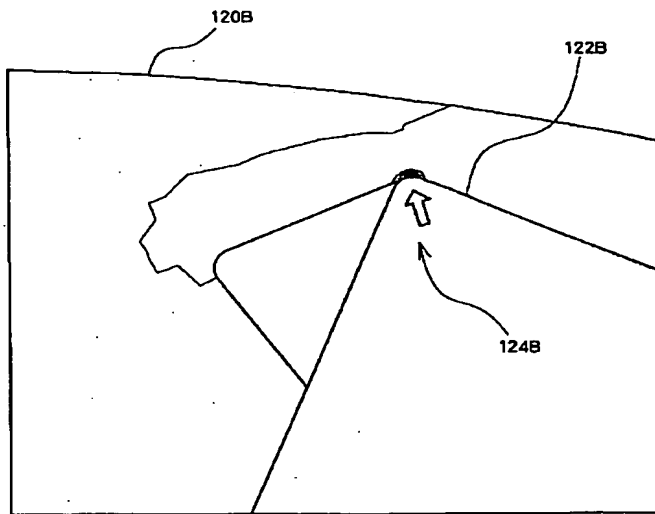
【図12】



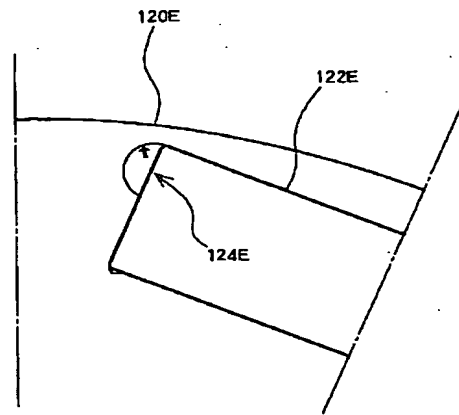
【図13】



【図11】



【図14】



【図15】

